

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI MIKROKONTROLER PADA TROLI PENGIKUT OTOMATIS

¹Zaikiy Ni Starry, ²Tedi Gunawan, ³Gita Indah Hapsari

^{1 2 3} Prodi D3 Teknologi Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University
¹zaikiy.nistarry@gmail.com, ²tedigunawan@tass.telkomuniversity.ac.id,
³gitaindahhapsari@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Setiap manusia memerlukan kebutuhan sandang, pangan, ataupun papan yang biasanya seluruh kebutuhan tersebut dapat dicari di pasar tradisional ataupun modern (swalayan).

Biasanya pasar modern menggunakan keranjang atau kereta dorong yang sudah disediakan di swalayan tersebut. Dengan banyaknya pengguna yang menggunakan troli dan tanpa kesadaran diri para konsumen sering meninggalkan trolinya di sembarang tempat bahkan di tengah koridor sehingga membuat konsumen lain sulit melewati koridor dan sulit untuk mengambil kebutuhan yang diinginkan. Hal ini dinilai kurang begitu efektif dalam menunjang produktivitas konsumen dalam mencari dan memenuhi kebutuhannya.

Dari permasalahan tersebut memunculkan gagasan untuk membuat suatu alat berbasis mikrokontroler yang dapat memfungsikan troli mengikuti pengguna yang memegang android. Menggunakan bahasa pemrograman Arduino dan Ultrasonic HC-SR04 sebagai pengendali jarak agar troli tidak terbentur dengan benda sekitar serta untuk tampilan dalam android menggunakan App Inventor.

Di dukung dengan tersedianya jaringan bluetooth yang digunakan di dalam alat tersebut. Alat ini nantinya akan memudahkan konsumen dalam berbelanja tanpa mendorong troli, konsumen hanya perlu membawa smartphone pribadi dengan mendownload aplikasi khusus terlebih dahulu kemudian mengkoneksikan dengan troli yang ada untuk mendapatkan ID, agar saat berbelanja troli tidak akan tertukar karena sudah mempunyai ID sendiri yang terkoneksi antara Android dan troli.

Kata Kunci : Swalayan, Troli, Otomatis, Arduino, Ultrasonic HC-SR04

Abstract

Every human being needs clothing, food, or shelter that usually all of these needs can be found in traditional markets and supermarkets.

Usually supermarkets use baskets or strollers that have been provided at the supermarket. With many users using trolleys and without self-awareness, consumers often leave their trolleys in any place, even in the middle of the corridor, making it difficult for other consumers to pass through the corridor and find it difficult to take the desired needs. This is considered less effective in supporting consumer productivity in finding and catching their needs.

Of these problems led to the idea of making a microcontroller-based tool that can enable trolleys to follow users who hold Android. Using the Arduino programming language and Ultrasonic HC-SR04 as a distance controller so that the trolley does not collide with objects around for display in android using App Inventor.

Supported by the availability of Bluetooth networks that are used in these devices. This tool will make it easier for consumers to shop without pushing trolleys, consumers only need to bring a personal smartphone by downloading a special application first then connecting to the existing trolley to get an ID, so that when shopping the trolley will not be confused because it already has its own ID connected between Androids and trolley.

Keywords: Supermarket, Trolley, Automatic, Arduino, Ultrasonic HC-SR04

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada jaman modern ini, robot sangat berperan membantu pekerjaan manusia bahkan menggantikan pekerjaan manusia. Robot juga bisa untuk

membantu dan mempermudah pekerjaan manusia. Seperti di supermarket, orang akan membutuhkan troli untuk mempermudah membawa barang belanjaan maupun barang bawaan lainnya. Tetapi dengan troli yang umum digunakan, pengguna harus mendorong troli tersebut untuk berpindah tempat sehingga mengurangi aktifitas tangan untuk melakukan kegiatan lainnya. Oleh sebab itu, dibutuhkan troli yang dapat bergerak mengikuti pengguna secara otomatis, sehingga pengguna tidak perlu lagi mendorong troli dan tangan pengguna dapat lebih bebas melakukan aktifitas lain. Agar dapat memenuhi kriteria tersebut, maka Troli Pengikut Otomatis ini harus mampu mendeteksi arah pergerakan pengguna dan harus dapat mengetahui jarak troli dengan penghalang disekitarnya untuk menghindari terjadinya benturan serta menyempurnakan troli agar tidak tertukar dengan troli yang lain.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan yang dibahas adalah :

1. Bagaimana membuat troli bergerak mengikuti pengguna di depan troli secara otomatis?
2. Bagaimana membuat troli tidak bertabrakan dengan benda sekitar?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini antara lain:

1. Membuat troli bergerak mengikuti pengguna yang berada di depan troli secara otomatis.
2. Membuat troli tidak bertabrakan dengan benda sekitar.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada proyek akhir ini adalah :

1. Troli akan mengikuti pengguna pada jarak lebih dari 30 cm dan kurang dari 60 cm.
2. Troli tidak dapat mengikuti pengguna jika pengguna tidak berada di depan troli pada jarak lebih dari 60 cm dan diantara jarak 26 cm sampai dengan 29 cm.
3. Troli bergerak mundur jika pengguna di depan troli pada jarak lebih dari 1 cm dan kurang dari 25 cm.

4. Troli ini dirancang hanya untuk maju, tidak untuk mundur lurus atau memutar balik.
5. Troli berbelok mundur ke kiri jika jarak dengan pengguna terlalu dekat
6. Troli hanya dapat membawa beban ± 5 kg pada perancangan ini karena menggunakan troli mainan.
7. Digunakan pada jalan yang datar, tidak berlubang, dan tidak beraspal untuk memaksimalkan pergerakan troli secara optimal.
8. Troli mengikuti pengguna berdasarkan sensor ultrasonic bagian depan bukan berdasarkan bluetooth.

1.5 Definisi Operasional

Adapun definisi operasional yang ada dalam pembuatan laporan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. **Perancangan.** Merupakan proses yang terdiri dari beberapa tahapan yang membutuhkan proses dalam jangka waktu yang tidak singkat.
2. **Implementasi.** Merupakan aktivitas, aksi, tindakan, atau adanya mekanisme suatu sistem.
3. **Mikrokontroler.** Merupakan sistem komputer fungsional dalam sebuah chip.
4. **Troli.** Merupakan alat yang biasanya digunakan untuk membawa barang.
5. **Otomatis.** Merupakan proses yang digunakan agar suatu benda dapat berjalan sendiri.

1.6 Metode Pengerjaan

1.6.1 Studi Literatur

Proses pencarian informasi dan referensi yang berkaitan dengan proyek akhir.

1.6.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk mengetahui kebutuhan software dan hardware yang akan digunakan.

1.6.3 Perancangan Model

Dalam langkah ini menentukan sistem apa yang akan diselesaikan terlebih dahulu.

1.6.4 Pembuatan Program

Pada tahap ini prgram dibuat untuk menjalankan perancangan ini dengan menggunakan bahasa C Arduino.

1.6.5 Test Program

Pada tahap ini dilakukan pengecekan apakah terdapat error pada program atau tidak.

1.6.6 Evaluasi Program

Pada tahap ini dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan pada program.

1.6.7 Perbaikan Program

Tahap selanjutnya melakukan pengerjaan perbaikan program agar perancangan dapat berjalan sebaik mungkin.

1.6.8 Implementasi

Tahap terakhir, pelaksanaan program atau perancangan yang sudah di rancang secara matang.

1.7 Jadwal Pengerjaan

Tabel 1.1 Jadwal Pengerjaan

NO	KETERANGAN	BULAN DAN TAHUN																						
		OKTOBER 2018			NOPEMBER 2018			DESEMBER 2018			JANUARI 2019			FEBRUARI 2019			MARET 2019							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Pengumpulan Data																							
2	Analisis sistem																							
3	Perancangan Sistem																							
4	Pembuatan Program																							
5	Test Program																							
6	Evaluasi Program																							
7	Perbaikan Program																							
8	Implementasi																							
9	Dokumentasi																							

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya, Ramadhan Singgih Pradipta (2016), merancang sistem prototipe troli bergerak otomatis mengikuti objek di depannya. Menggunakan sensor kamera pixy CMUcam 5 sebagai pendeteksi objek dengan warna orange. Warna pada objek disimulasikan dengan papan persegi panjang dengan lingkaran warna berdiameter 10 cm. Pengolahan citra berupa pengenalan warna menjadi dasar pergerakan 4 motor DC[1].

Brian Muamar H, Nugroho Wahyu S, dan Ahmad Khafids (2013), merancang prototipe troli pengikut otomatis berbasis GPS. Menggunakan modul GPS untuk melacak keberadaan pengguna baik itu jarak

dekat maupun jarak jauh, alat dapat menelusuri dinding lorong untuk mencari pengguna. Sementara sensor ultrasonik digunakan sebagai pengontrol tambahan agar tidak terjadi tumbukan dengan alat lain[2].

Mugahed Ghaleb (2018), DESIGN OF AN OBSTACLE AVOIDING ROBOT CAR BASED ON ARDUINO MICROCONTROLLER. Simulasi robot menghindari rintangan menggunakan sensor ping dan motor servo digunakan sebagai pemutar roda untuk berbelok[3].

2.1 Teori

2.2.1 Troli

Troli adalah kereta untuk membawa barang-barang[4]. Barang bawaan biasanya kebutuhan sandang, pangan, dan papan yang disimpan di dalam troli.



Gambar 2.1 Troli Belanja

2.2.2 Arduino Mega

Arduino Mega adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis chip Atmega328P yang bersifat open-source yang dibuat oleh Arduino.cc[5].



Gambar 2.2 Arduino Mega

2.2.3 Ultrasonic PING HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak

antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek[7].



Gambar 2.3 Ultrasonic PING HC-SR04

2.2.4 Bluetooth HC-05

Alat ini sebagai pengontrol keluar masuknya informasi yang dihubungkan dengan sebuah smartphone yang di dalamnya sudah dibuatkan aplikasi yang dapat terbung mengontrol bluetooth HC-05[8].



Gambar 2. 4 Bluetooth HC-05

2.2.5 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara[9].



Gambar 2.5 Buzzer

2.2.6 Module Relay 2 Channel

Relay merupakan jenis golongan saklar yang dimana beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kotaktor guna menyambungkan rangkaian secara tidak langsung[11].



Gambar 2.6 Module Relay 2 Channel

2.2.7 Motor Servo

Motor servo merupakan perangkat atau actuator putar (motor) yang mampu bekerja dua arah (Clockwise dan Counter Clockwise) dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem closed feedback yang terintegrasi pada motor tersebut[13].



Gambar 2.7 Motor Servo

2.2.8 Motor DC dan Roda

Motor DC adalah perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*)[15].



Gambar 2.8 Motor DC dan Roda

2.2.9 Arduino IDE

Arduino IDE adalah suatu perangkat lunak yang bersifat open source yang digunakan untuk memprogram papan Arduino. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman Arduino yang mirip dengan bahasa pemrograman C dan C++ dengan pembeda berupa library yang melengkapi Arduino IDE. Arduino IDE tersedia untuk sistem operasi Windows, Linux, dan Mac OS[17].

2.2.10 Windows 10

Windows 10 adalah sebuah seri dari sistem operasi komputer personal yang dibuat dan dirilis oleh Microsoft yang menjadi bagian dari keluarga sistem operasi Windows NT[18].

2.2.11 Module LM 2596

Rangkaian Regulator dengan Rangkaian LM2596 banyak di gunakan untuk *system control* seperti Arduino dan ATMEGA. Cocok untuk power supply switching dan juga memiliki beban arus yang lebih tinggi, Regulator Tegangan DC ini di jadikan jadi modul LM2596[19].



Gambar 2.9 Module LM2596

3. ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 ANALISIS

3.1.1 Gambaran Sistem Saat Ini



Gambar 3.1 Gambar sistem saat ini

3.1.2 Blok Diagram



Gambar 3.2 Blok diagram sistem saat ini

3.1.3 Cara Kerja Sistem

Dalam mendorong trolis secara manual masih diperlukannya tenaga manusia untuk dapat menjalankan trolis agar dapat menjalankan trolis ke suatu tempat dan masih banyaknya orang yang sering menyimpan trolis di sembarang tempat seperti di tengah koridor sehingga menyulitkan pengguna lain untuk berbelanja.

3.1.4 Analisis Kebutuhan Fungsional dan Nonfungsional

Analisa kebutuhan fungsional dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan analisa kebutuhan non fungsional dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsional

No.	Kebutuhan Fungsional
1	Mendeteksi jarak antara trolis dengan pengguna
2	Mendeteksi jarak di sekitar kanan dan kiri trolis
3	Menggerakkan trolis jalan ke depan secara otomatis
4	Membuat trolis dapat berbelok ke kanan dan ke kiri secara otomatis
5	Memberikan notifikasi jika jarak trolis dengan pengguna terlalu jauh

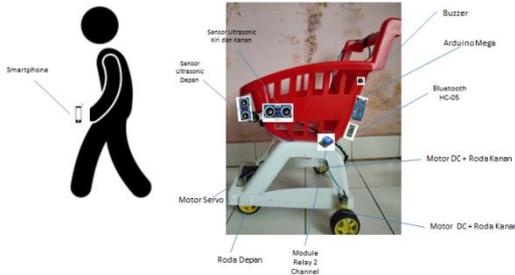
Tabel 3.2 Kebutuhan Non Fungsional

No.	Kebutuhan Non Fungsional
1	Dibutuhkan <i>smartphone</i> yang berfungsi sebagai penghubung agar trolis dapat mengikuti pengguna
2	Dibutuhkan satu Arduino Uno sebagai mikrokontroler
3	Dibutuhkan tiga <i>Ultrasonic</i> PING sebagai penghitung jarak agar trolis tidak bertabrakan dengan benda sekitar serta membuat trolis dapat berbelok ke kanan dan ke kiri
4	Dibutuhkan satu <i>bluetooth</i> sebagai penghubung antara trolis dengan <i>smartphone</i>
5	Dibutuhkan satu buzzer sebagai pemberitahuan jika jarak pengguna dan trolis terlalu jauh
6	Dibutuhkan satu <i>module relay 2 channel</i> sebagai pengendali motor DC
7	Dibutuhkan dua motor DC sebagai kaki trolis agar dapat berjalan
8	Dibutuhkan satu motor <i>servo</i> sebagai pengendali trolis untuk berbelok ke kanan atau ke kiri

9 Dibutuhkan modul LM2596 sebagai pengatur arus dan tegangan

3.2 PERANCANGAN

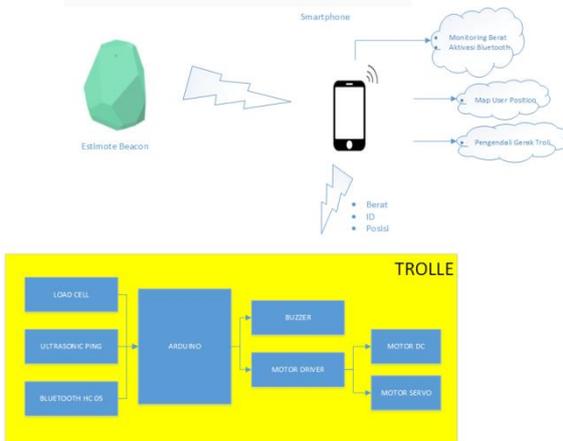
3.2.1 Gambaran Sistem Usulan



Gambar 3. 3 Gambar sistem usulan

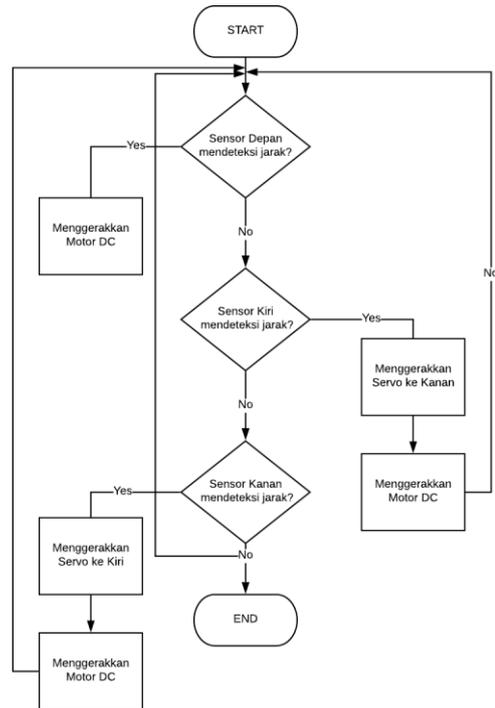
3.2.2 Blok Diagram / Topologi Sistem

Sistem otomatisasi troli ini dibagi ke dalam 3 bagian, yaitu input, proses, dan output. Gambar 3.4 merupakan blok diagram sistem usulan keseluruhan dan yang ditandai kotak kuning merupakan blok diagram yang digunakan pada proyek akhir ini.



Gambar 3. 4 Blok diagram sistem usulan

3.2.3 Flowchart Sistem Usulan



Gambar 3. 5 Flowchart sistem usulan

3.2.4 Cara Kerja Sistem

Pergerakan sistem ini dipengaruhi oleh jarak antara troli dengan pengguna, bukan dengan *bluetooth*. Ketika sensor *Ultrasonic* PING bagian depan mendeteksi jarak pengguna troli terlalu dekat maka roda berjalan mundur sedikit, dalam perancangan sistem kontroler motor tidak di desain untuk berhenti, pemberhentian motor dipengaruhi oleh titik koordinat pada *smartphone* yang dipegang oleh pengguna. Kemudian, pada saat sensor *ultrasonic* PING bagian kanan mendeteksi jarak < 10 cm maka motor *servo* berputar 90° ke kiri, begitupun sebaliknya dengan sensor *ultrasonic* PING bagian kiri akan berputar 90° ke kanan jika mendeteksi jarak < 10 cm. Untuk mengkoneksikan pengguna dengan troli menggunakan *smartphone* yang sudah terinstall aplikasi khusus di dalamnya yang dijelaskan pada buku *Perancangan dan Implementasi Aplikasi Android pada Troli Pengikut Otomatis*.

3.2.5 Spesifikasi Sistem

3.2.5.1 Perangkat Keras

Pada Tabel 3.3 adalah daftar kebutuhan perangkat keras.

Tabel 3.3 Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Fungsi	Jumlah
1	Arduino Uno	Mikrokontroler	1
2	Ultrasonic PING	Pengendali Jarak	3
3	Bluetooth HC-05	Modul Komunikasi	1
4	Buzzer	Sebagai notifikasi jika jarak troli terlalu jauh	1
5	Module Relay 2 Channel	Sebagai saklar pengendali aktif atau non-aktifnya motor dc	1
6	Motor Servo	Pengendali beloknya troli	1
7	Motor DC + roda	Menggerakkan troli	2
8	LM2596	Sebagai pengatur arus dan tegangan	1
9	Rangka troli	Menyimpan barang belanjaan	1

3.2.5.2 Perangkat Lunak

Pada Tabel 3.4 adalah daftar kebutuhan perangkat lunak.

Tabel 3. 4 Kebutuhan Perangkat Lunak

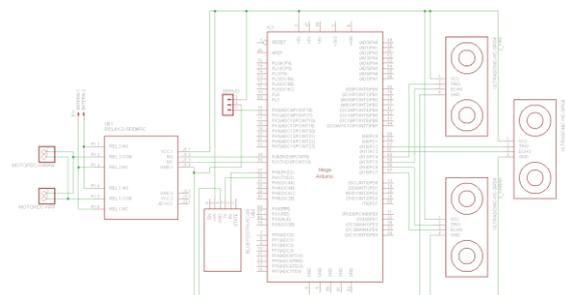
No	Perangkat Lunak	Versi	Fungsi
1	Arduino IDE	1.8.2	Mengubah atau membuat program

			sistem
2	Windows 10	1803	Mendukung aplikasi pengubah atau pembuat program sistem
3	Eagle	7.1.0	Mendesain rancangan skematik

4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Rangkaian Skematik

Rangkaian skematik alat dibuat menggunakan perangkat lunak EAGLE, setiap komponen dihubungkan berdasarkan datasheet masing-masing komponen.



Gambar 4. 1 Rangkaian skematik alat yang di buat

4.2 Pengujian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan di tempat yang datar, bersih, tidak berlubang, tidak ada tangga, dan tidak beraspal. Program menggunakan fungsi pada masing-masing sensor ultrasonic yang nantinya dipanggil pada fungsi pengulangan / void loop.

4.2.1 Pengujian Tanpa Halangan Samping

Pada pengujian ini, program dibuat untuk mengetahui jalannya roda troli maju saat mendeteksi pengguna, mundur sedikit ketika terlalu dekat, dan berhenti ketika kehilangan koneksi atau terlalu jauh

Pengujian pada kondisi ini pengguna sedang berjalan ke depan dan berhenti sejenak, kemudian maju ke depan lagi sambil memegang smartphone, serta di sekitarnya tidak terdapat benda penghalang apapun.

Di bawah ini adalah tabel hasil pengujian tanpa halangan samping.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian tanpa halangan samping

Jarak Sensor Depan Terhadap Pengguna	Hasil yang diharapkan	Hasil kenyataan
≥ 1 dan ≤ 24	Troli bergerak mundur	Troli bergerak mundur
≥ 25 dan ≤ 60	Troli bergerak maju	Troli bergerak maju
≥ 61 atau else	Troli berhenti	Troli berhenti

4.2.2 Pengujian dengan Halangan Kanan dan Kiri

Pada pengujian ini program dibuat agar troli dapat menghindari benda sekitar kanan dan kiri troli dengan penggunaan jarak yang telah disesuaikan di dalam progrm Arduino IDE.

Sama dengan pengujian sebelumnya, pada pengujian ini berdiri di depan troli seseorang yang sedang memegang *smartphone*. Kemudian, di sekitar kanan dan kiri troli di simpan benda mati seperti kardus atau tembok sebagai penghalang agar troli dapat menghindari benda tersebut.

Tabel 4. 2 Pengujian dengan halangan kanan dan kiri

No.	Sensor Bagian	Jarak	Hasil yang diharapkan	Hasil kenyataan
1.	Kanan	≥ 5 cm dan ≤ 30 cm	Servo berputar ke kiri (35°)	Servo berputar ke kiri (35°)
2.	Kanan dan depan	≥ 5 cm dan ≤ 90 cm, sensor depan ≤ 17 cm	Servo berputar ke kiri (25°)	Servo berputar ke kiri (25°)

		cm		
3.	Kanan	≥ 91 cm atau else	Servo berputar seperti semula atau ke depan (90°)	Servo berputar seperti semula atau ke depan (90°)
4.	Kiri	≥ 5 cm dan ≤ 30 cm	Servo berputar ke kanan (135°)	Servo berputar ke kanan (135°)
5.	Kiri dan depan	≥ 5 cm dan ≤ 90 cm, sensor depan ≤ 17 cm	Servo berputar ke kanan (180°)	Servo berputar ke kanan (180°)
6.	Kiri	≥ 91 cm atau else	Servo berputar seperti semula atau ke depan (90°)	Servo berputar seperti semula atau ke depan (90°)

5. Kesimpulan

Dari serangkaian pengujian yang dilakukan pada sistem pada kondisi tanpa halangan dan dengan halangan samping kanan dan kiri, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem dapat mengikuti pengguna yang berada di depan troli dengan jarak 30 cm sampai dengan 60 cm untuk membuat troli bergerak maju dan membuat troli bergerak mundur sedikit pada jarak 1 cm sampai dengan 25 cm serta membuat servo berputar ke kanan pada saat mundur. Sementara jika jarak menunjukkan 26 cm sampai dengan 29 cm maka troli akan berhenti dan akan bergerak kembali jika menemukan jarak tertentu di atas.
2. Sistem dapat menghindari benda di sekitar kanan dan kiri troli pada jarak 1 cm sampai dengan 5 cm dan dapat menghindari tembok yang berada

di depan troli pada jarak kurang dari 17 cm yang akan membuat troli bergerak mundur dan membuat servo berputar ke kanan.

6. Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut pada penelitian sistem ini, disarankan untuk :

1. Menggunakan sistem dengan titik koordinat agar troli dapat mengikuti pengguna secara baik dan terstruktur.
2. Menambahkan sensor suhu agar troli dapat membedakan antara orang dan benda mati (tembok).
3. Menggunakan troli belanja asli untuk memaksimalkan pergerakan sistem.

Daftar Pustaka

- [1] Singgih Pradipta, R. (2016). Prototipe Troli Pengikut Otomatis Menggunakan Pengolahan Citra Kamera Pixy Cmuscam 5 Berbasis Arduino Pengolahan Citra Kamera Pixyc Mucam 5 Berbasis Arduino. 20. Retrieved from <http://eprints.ums.ac.id/46600/>
- [2] Hc, B. M. H. (n.d.). Tugas Konsep Ilmiah dan Teknologi Troli Pengikut Otomatis Berbasis GPS Dengan Arduino dan Sensor Ultrasonik. 1–3.
- [3] Zhao, J., & Zhu, S. C. (2013). Design of Obstacle Avoidance Robot Car Based on Arduino Microcontroller [J]. *Automation & Instrumentation*, (February). Retrieved from http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZDHY201305002.htm
- [4] Besar, K., Indonesia, B., Kamus, O., & Bahasa, B. (2019). tro li. 1–2.
- [5] B_E_N. (2003). What is an Arduino? - learn.sparkfun.com. Sparkfun, 1–9. Retrieved from <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>
- [6] Banzi, M. (2015). Arduino MEGA ADK. *Arduino MEGA ADK*, 2018, 1–8. <https://doi.org/10.1121/1.2724241>
- [7] Support, T. (2010). Ultrasonic ranging module : HC-SR04 - Datasheet. 3–4.
- [8] Lusi. (2011). Modul Bluetooth HC-05. *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 5–25. Retrieved from http://eprints.polsri.ac.id/143/3/BAB_II_LA_lusi.pdf
- [9] Buzzer, M., & Suara, K. (2019). Website tutorial elektronika □. 1–6.
- [10] Pricing, Q. (2019). Electromagnetic Active Buzzer 5V. 11–13.
- [11] Agus Faudin. (2017). Cara mengakses Relay menggunakan Arduino Uno. 1–7. Retrieved from <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-relay-menggunakan-arduino-uno/>
- [12] Handson Technology. (2005). 2 Channel 5V Optical Isolated Relay Module. Datasheet, 74(2), 24. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15773677
- [13] Iqbal Maulana, K. N. H. (2014). Motor servo dc. (131369005), 6.
- [14] TowerPro. (2016). MG995 Servo. (6 V), 1–8. Retrieved from <http://www.servodatabase.com/servo/towerpro/mg995>
- [15] Dickson Kho. (2018). Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya. *Dickson Kho*, 1–4. Retrieved from <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>
- [16] Maxon. (2014). Maxon DC Motor Datasheet. 5540. Retrieved from <https://docs-emea.rs-online.com/webdocs/0341/0900766b8034119e.pdf>
- [17] Software, A. (2019). What is Arduino? Why Arduino? How do I use Arduino? 2019, 3–5.
- [18] Hp, S., & Sale, M. D. (2019). Window ■ 10. 1–7.